

طیف تکانه ذرات باردار در رویدادهای مونت کارلو با استفاده از نابودی الکترون – پوزیترون در گستره انرژی

$$\sqrt{S} = 60 - 200 \text{ GeV}$$

غلامی، زهرا^۱؛ زمردیان، محمد ابراهیم^۱

^۱گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

چکیده

در این مقاله، توزیع تکانه ذرات باردار را در واکنش تشکیل هادرون توسط نابودی زوج الکترون – پوزیترون مورد مطالعه قرار می‌دهیم. در این بررسی، از داده‌های تولید شده بوسیله برنامه مونت کارلو *PYTHIA* استفاده شده است. طیف تکانه هادرونی با پیش‌بینی‌های نظری در زمینه‌ی محاسبات تقریب جمله‌ی لگاریتمی غالب اصلاح شده (*MLLA*) تحت فرض دوگانگی هادرون پارتون موضعی (*LPHD*) مقایسه می‌شود. بررسی‌ها شامل اندازه‌گیری ξ_p^* در رویدادهای مونت کارلو برای نابودی زوج هستند. پارامتر ξ_p^* را برای انرژی‌های مرکز جرم گوناگون محاسبه می‌کنیم. وابستگی ξ_p^* به انرژی مرکز جرم بوسیله‌ی نظریه‌ی دینامیک کوانتومی رنگ اختلالی (*PQCD*) توصیف می‌شود. در نهایت با استفاده از ξ_p^* بدست آمده مقادیر پارامتر مقیاس *QCD* مؤثر Λ_{eff} و ثابت جفت شدگی روان α_s را محاسبه می‌کنیم.

Charged particle momentum spectra in monte carlo events for electron – positron annihilation at center of mass energies $\sqrt{S} = 60 - 200 \text{ GeV}$

Gholami, Zahra¹; Zomorrodian, Mohammad Ebrahim¹

¹Department of physics, Faculty of sciences, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad

Abstract

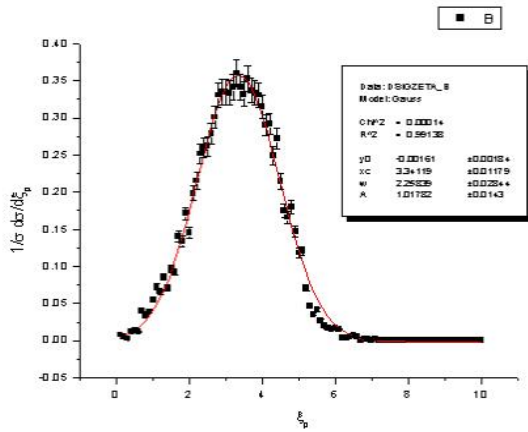
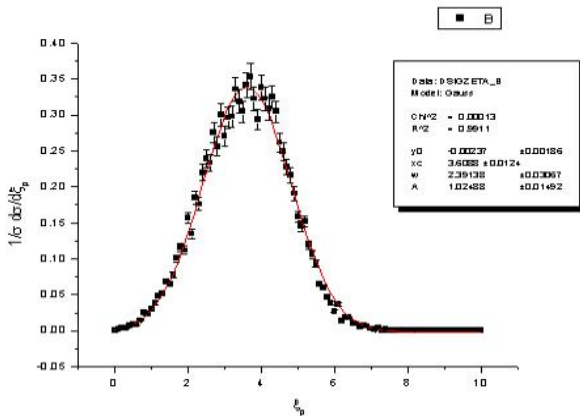
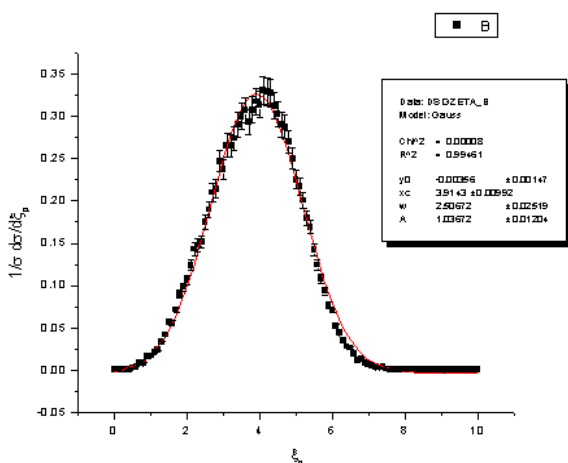
In this paper, the charged particle momentum distribution in the Hadron production process by electron – positron annihilation will be studied. While data generated by the Monte Carlo program has been used, hadron momentum spectra with theoretical predictions, including modified leading log approximation (MLLA) under the assumption of Local Parton Hadron Duality (LPHD) are compared. Studies are involving ξ_p^ measurements in Monte Carlo events for pair annihilation. ξ_p^* parameters for different center of mass energies will be calculated. ξ_p^* dependence to center of mass energy is described by perturbative QCD. Finally, the effective QCD scale parameter Λ_{eff} and running coupling constant α_s from ξ_p^* value is calculated.*

PACS No. 13

اختلالی می‌تواند تحت فرض دوگانگی هادرون پارتون موضعی (LPHD) [1] و بر اساس تقریب جمله‌ی لگاریتمی غالب اصلاح شده (MLLA) [2] پیش‌بینی‌های تحلیلی کمی خوبی

مقدمه

فرآیند تولید هادرون از نابودی الکترون – پوزیترون برای بررسی نظریه کوانتومی رنگ فرآیندی بسیار ارزشمند است. QCD

شکل 1: طیف ξ_p برای انرژی مرکز جرم 60 GeVشکل 2: طیف ξ_p برای انرژی مرکز جرم 91.2 GeVشکل 3: طیف ξ_p برای انرژی مرکز جرم 133 GeV

ارائه دهد. بسیاری از نتایج تجربی گزارش شده از آزمایش های با انرژی بالا، با پیش بینی های PQCD به خوبی سازگار است. رویدادهای هادرونی توسط برنامه های مونت کارلوی JETSET و LUARLW و HERWIG و PYTHIA شبیه سازی می شوند [3,4,5,6].

طیف ξ_p

طیف تکانه ی هادرونی ذرات باردار توسط تابع زیر تعریف می شود [2]:

$$\xi_p = -\ln(2p/\sqrt{s}) \quad (1)$$

که در آن p تکانه ی ذرات باردار و \sqrt{s} انرژی مرکز جرم است. محاسبات نظری پیش بینی می کنند شکل توزیع ξ_p یک توزیع خمیده بسیار نزدیک به توزیع گاوسی است.

معادله دارای یک بیشینه در هر طیف ξ_p است که با ξ_p^* نشان داده می شود. وابستگی پارامتر ξ_p^* به انرژی مرکز جرم بوسیله ی نظریه QCD اختلالی توصیف می شود. با بررسی کمی LPHD+MLLA و استفاده از رفتار ξ_p^* به همراه برازش آن می توان α_s را محاسبه کرد.

موقعیت قله می تواند به طور مستقیم از طیف مشخص شود. این کار بوسیله ی برازش طیف به یک تابع گاوسی [7] یا شبه گاوسی صورت می پذیرد. در تقریب اول توزیع ξ_p گاوسی است اما برازش به یک تابع شبه گاوسی نتایج دقیق تری ارائه خواهد داد. با برازش طیف ξ_p توسط نرم افزار Origin به نتایج زیر دست یافتیم.

برآورد ξ_p^*

محاسبات LPHD+MLLA پیش بینی می کند که توزیع ξ_p به یک مقیاس QCD مؤثر Λ_{eff} وابسته است. وابستگی موقعیت قله به انرژی مرکز جرم به صورت زیر بیان می شود [8]:

$$\xi_p^* = 0.5y + \sqrt{cy} + c \quad (2)$$

که در آن:

$$y = \ln\left(\frac{0.5\sqrt{s}}{\Lambda_{eff}}\right) \quad (3)$$

مقادیر c برای سه طعم فعال برابر 0/2915 و برای چهار طعم فعال برابر 0/3190 می باشد.

با مشخص کردن قله نمودار با استفاده از رابطه ی (2)، y را محاسبه کرده و در نتیجه با استفاده از رابطه (3)، Λ_{eff} را بدست می آوریم.

مقیاس Λ_{eff} بوسیله ی رابطه ی زیر به ثابت جفت شدگی روان مربوط می شود:

$$\alpha_s = \frac{12\pi}{(33 - 2n_f) \ln\left(\frac{\mu^2}{\Lambda_{eff}^2}\right)} \quad (4)$$

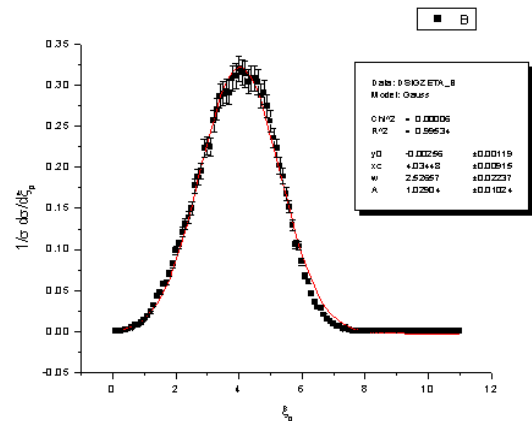
در این رابطه n_f تعداد طعم کوارک های فعال و μ نصف انرژی مرکز جرم است. با استفاده از این رابطه α_s را در بخش بعدی محاسبه می کنیم.

نتایج فیزیکی:

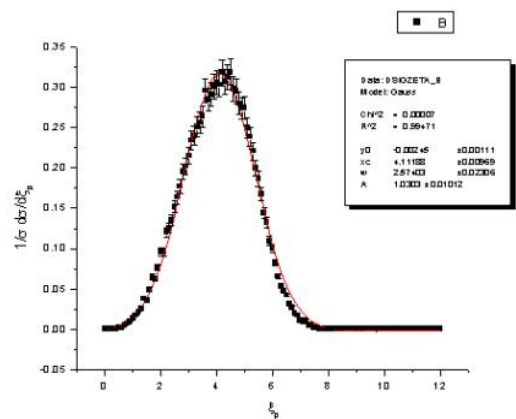
جدول 1 مقادیر به دست آمده برای ξ_p^* را به ازای انرژی های مختلف نشان میدهد. همان گونه که از جدول پیداست با افزایش انرژی، کمیت فوق به مقدار اندکی افزایش می یابد. همین نتیجه بر نمودار های 1 تا 6 حاکم است.

جدول 1: مقادیر بدست آمده ξ_p^* با استفاده از برازش به یک تابع گاوسی

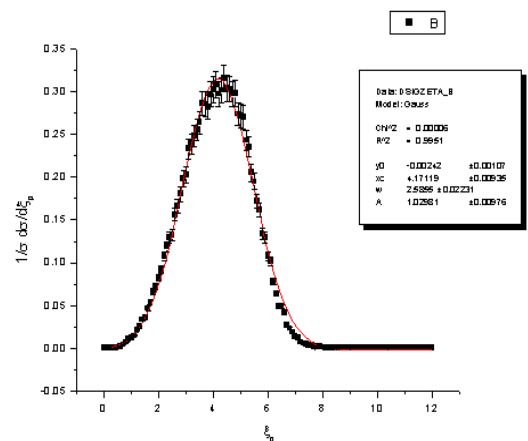
$E_{cm} (GeV)$	ξ_p^*
60	$3/3412 \pm 0/01179$
91/2	$3/6088 \pm 0/0124$
133	$3/9143 \pm 0/00992$
161	$4/0345 \pm 0/00915$
183	$4/1119 \pm 0/00969$
200	$4/1712 \pm 0/00935$



شکل 4: طیف ξ_p برای انرژی مرکز جرم 161 GeV



شکل 5: طیف ξ_p برای انرژی مرکز جرم 183 GeV



شکل 6: طیف ξ_p برای انرژی مرکز جرم 200 GeV

ایم. در این بررسی، از داده‌های تولید شده بوسیله‌ی برنامه‌های مونت کارلو استفاده شده است. طیف تکانه هادرونی با پیش بینی‌های نظری در زمینه‌ی محاسبات تقریب جمله‌ی لگاریتمی غالب اصلاح شده (MLLA) و تحت فرض دوگانگی هادرون پارتون موضعی (LPHD) مقایسه می‌شود. بررسی‌ها شامل اندازه‌گیری ξ_p^* در رویدادهای مونت کارلو برای نابودی زوج هستند. پارامتر ξ_p^* را برای انرژی‌های مرکز جرم گوناگون محاسبه می‌کنیم. وابستگی ξ_p^* به انرژی مرکز جرم بوسیله‌ی نظریه‌ی دینامیک کوانتومی رنگ اختلالی (PQCD) توصیف می‌شود. همچنین مقادیر Λ_{eff} و α_s به ازای انرژی‌های گوناگون استخراج شده اند (جدول‌های 1 تا 3). شایان ذکر است که نتایج بدست آمده با PQCD به خوبی سازگار است.

مراجع

- [۱] Ya. I. Azimov, Yu. L. Dokshitzer, V. A. Khoze and S. I. Troyan, Phys. Lett. **B165** (1985) 147; Z. Phys. **C27** (1985) 65.
- [۲] V. A. Khoze and W. Ochs, Int. J. Mod. Phys. **A12** (1997) 2949.
- [۳] T. Sjostrand, Computer Physics Communication **82** (1994) 74.
- [۴] H. M Hu *et al.*, High Ener. Phys. And Nucl. Phys., **25** (2001) 1035.
- [۵] G. Marchesini *et al.*, Comput. Phys. Commun. **67** (1992) 465.
- [۶] T. Sjöstrand *et al.*, Comput. Phys. Commun. **135** (2001) 238.
- [۷] Yu.L. Dokshitzer, V.S. Fadin and V.A. Khoze, Phys. Lett. **B115** (1982) 242.
- [۸] J. Z. Bai *et al.*, "Measurement of Inclusive Momentum Spectra and Multiplicity Distribution of Charged Particles", (hep-ex/0306055v2)

اینک به محاسبه پارامترهای QCD می‌پردازیم. جدول 2 مقادیر به دست آمده برای α_s و Λ_{eff} به ازای سه طعم فعال نشان می‌دهد. ملاحظه می‌کنیم که مقادیر به دست آمده برای ثابت پیوندی به ازای انرژی‌های مختلف از مرتبه 0/1 است و با افزایش انرژی، α_s روندی کاهشی از خود نشان می‌دهد که با برآورد‌های QCD همخوانی کامل دارد. Λ_{eff} نیز در گستره قابل قبول برای این کمیت قرار دارد و با افزایش مقادیر انرژی مرکز جرم مقادیر این کمیت کاهش می‌یابد که با مقادیر به دست آمده از آزمایشات دیگر سازگار است.

جدول 2: مقادیر بدست آمده ی α_s و Λ_{eff} برای سه طعم فعال.

$E_{cm} (GeV)$	$\Lambda_{eff} (MeV)$	α_s
60	$227 \pm 4/302$	$0/143 \pm 0/0005$
91/2	$224 \pm 4/501$	$0/131 \pm 0/0005$
133	$199 \pm 3/226$	$0/120 \pm 0/0003$
161	$198 \pm 2/969$	$0/116 \pm 0/0003$
183	$198 \pm 3/151$	$0/113 \pm 0/0003$
200	$196 \pm 3/014$	$0/112 \pm 0/0003$

جدول 3 نتایج به دست آمده را با وارد نمودن چهار طعم فعال نشان می‌دهد. بار دیگر مقادیر فوق با مدل QCD سازگار است. شایان ذکر است که خطای آمده در جدول‌ها مربوط به خطای محاسباتی است.

جدول 3: مقادیر بدست آمده ی α_s و Λ_{eff} برای چهار طعم فعال.

$E_{cm} (GeV)$	$\Lambda_{eff} (MeV)$	α_s
60	$238 \pm 4/465$	$0/144 \pm 0/0006$
91/2	$235 \pm 4/677$	$0/143 \pm 0/0005$
133	$210 \pm 3/373$	$0/130 \pm 0/0004$
161	$209 \pm 3/106$	$0/126 \pm 0/0003$
183	$209 \pm 3/296$	$0/124 \pm 0/0003$
200	$208 \pm 3/169$	$0/122 \pm 0/0003$

جمع بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله، توزیع تکانه ذرات باردار در واکنش تشکیل هادرون توسط نابودی زوج الکترون - پوزیترون را مورد مطالعه قرار داده